

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-260474

(43) 公開日 平成9年(1997)10月3日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	R
B 2 3 Q 3/15			B 2 3 Q 3/15	D
H 0 1 L 21/3065			H 0 2 N 13/00	D
H 0 2 N 13/00			H 0 1 L 21/302	B

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-65625

(22) 出願日 平成8年(1996)3月22日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(71) 出願人 591012266

株式会社創造科学

川崎市高津区下作延802

(72) 発明者 門村 新吾

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 城崎 友秀

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

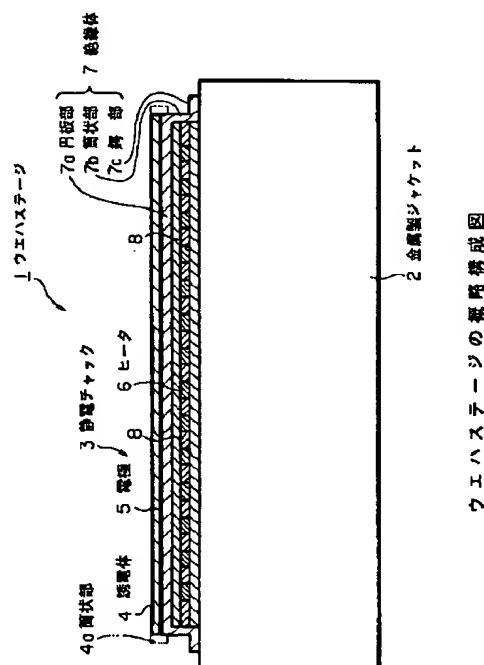
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電チャックおよびウエハステージ

(57) 【要約】

【課題】 スルーブットに影響を与えることなく、短時間でウエハの温度を変更することができるようにした静電チャック、およびウエハステージの提供が望まれている。

【解決手段】 絶縁材料からなる誘電体4と、これの下側に配設された導体からなる電極5と、電極5の下側に配設されて誘電体4を加熱するヒータ6とを備えた静電チャック3。この静電チャック3を、冷却手段を備えた金属製ジャケット2上に備えてなるウエハステージ1。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁材料からなる誘電体と、  
これの下側に配設された導体からなる電極と、  
該電極の下側に配設されて前記誘電体を加熱するヒータ  
と、  
を備えたことを特徴とする静電チャック。

【請求項 2】 前記電極が、前記誘電体を固定するため  
のろう付け層によって形成されてなることを特徴とする  
請求項 1 記載の静電チャック。

【請求項 3】 前記誘電体が、溶射法によって形成され  
てなることを特徴とする請求項 1 記載の静電チャック。

【請求項 4】 前記ヒータが、前記電極との間に高熱伝  
導率の絶縁体を介して設けられてなることを特徴とする  
請求項 1 記載の静電チャック。

【請求項 5】 前記ヒータが薄膜状のものであり、該ヒ  
ータと前記絶縁体との間に金属板が設けられてなること  
を特徴とする請求項 4 記載の静電チャック。

【請求項 6】 前記ヒータが薄膜状のものであり、該ヒ  
ータの下側に金属板が設けられてなることを特徴とする  
請求項 4 記載の静電チャック。

【請求項 7】 前記絶縁体がその側周縁より下方に向か  
って延出した筒状部を有してなり、前記ヒータが該筒状  
部の内部に配置されてなることを特徴とする請求項 4 記  
載の静電チャック。

【請求項 8】 前記絶縁体がその側周縁より下方に向か  
って延出した筒状部を有し、かつ該筒状部の下端縁より  
外方に向かって延出した鏑部を有して形成されてなり、  
前記ヒータが前記筒状部の内部に配置されてなることを  
特徴とする請求項 4 記載の静電チャック。

【請求項 9】 前記絶縁体が窒化アルミニウムからなる  
ことを特徴とする請求項 4 記載の静電チャック。

【請求項 10】 前記絶縁体が窒化アルミニウムからな  
り、  
前記金属板がモリブデンからなることを特徴とする請求  
項 5 記載の静電チャック。

【請求項 11】 前記絶縁体が窒化アルミニウムからな  
り、  
前記金属板がモリブデンからなることを特徴とする請求  
項 6 記載の静電チャック。

【請求項 12】 前記誘電体がその側周縁より下方に向  
かって延出した筒状部を有してなり、前記電極はその側  
周部が該筒状部に覆われてなることを特徴とする請求項  
1 記載の静電チャック。

【請求項 13】 冷却手段を備えた金属製ジャケット上  
に、絶縁材料からなる誘電体と、これの下側に配設され  
た導体からなる電極と、該電極の下側に配設されて前記  
誘電体を加熱するヒータとを備えてなる静電チャックを  
設けたことを特徴とするウエハステージ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エッチング装置な  
どの半導体装置の製造装置に用いられて、ウエハを吸着  
保持する静電チャックと、この静電チャックを備えたウ  
エハステージに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、超 L S I における微細加工への要  
求は益々厳しいものとなっており、例えばエッチング処  
理に関しては、寸法変換差を限りなく抑えた高精度微細  
加工と下地に対する高選択比とを両立させた処理方法が  
不可欠になっている。ところで、酸化膜系以外の材料を  
プラズマエッチングした場合における、異方性形状の確  
保については、周知のとおりいわゆる側壁保護膜の存在  
によってなされている。すなわち、この側壁保護膜は、  
プラズマエッチング時に生成した反応生成物がプラズマ  
中で再解離することで形成される、有機ポリマーをはじ  
めとする種々の堆積物が、パターンの側壁に堆積して形  
成されるもので、該パターンの側壁を保護してこの側壁  
がエッチングされるのを防ぐといった役目を果たするもの  
である。

【0003】ところが、この側壁保護膜は反応生成物か  
らの堆積物によって形成されるため、エッチングによっ  
て形成されるパターンが凸である場合では、その幅が細  
ければ相対的に側壁保護膜の厚くなりすぎ、全体のパタ  
ーン幅を所望する幅より太くしてしまう。同様に、エッ  
チングによって形成されるパターンが凹溝である場合で  
は、その幅が狭ければ相対的に側壁保護膜の厚くなりす  
ぎ、全体のパターン幅を所望する幅より一層狭くしてし  
まう。したがって、前述したように各種パターンの微細  
化が進み、パターン幅が細く（狭く）なると、側壁保護  
膜を利用してエッチングの異方性を確保しようとした場  
合、得られるパターンの寸法精度が低下してしまうので  
ある。

【0004】このような不都合を解決するため、近時、  
高速排気を行いつつエッチングを行うことにより、寸法  
精度を確保するといった試みがなされ、注目されてい  
る。この高速排気プロセスは、従来のエッチング処理装  
置より排気速度の大きなポンプを取り付け、かつ、エッ  
チングガスのコンダクタンスを改善することにより、エ  
ッチング処理中におけるエッチングガスのレジデンス  
タイム（滞留時間）を短くし、エッチング処理中に反応生  
成物がプラズマ中で再解離するのを抑制したものであ  
る。そして、このような高速排気プロセスによれば、反  
応生成物の再解離による堆積物を大幅に減らせるので、  
寸法変換差の絶対値とそのばらつきを極めて効果的に抑  
制することができる。

【0005】しかしながら、前記の高速排気プロセスで  
は、反応生成物を速やかに排気することから側壁保護膜  
の供給源が減少してしまい、側壁保護膜が十分な厚さに  
形成されず異方性形状の確保が不十分になってしまうた  
め、オーバーエッチングを行った際に得られるパターン

の形状精度が悪化するといった新たな課題を生じている。つまり、オーバーエッチング時に、下地との選択比を確保するため基板印加バイアスを低下させると、側壁保護膜が薄くしたがついて弱いため、サイドエッチやノッチングの発生が避けられなくなってしまい、逆に形状確保のため印加バイアスを高くすると、今度は下地との選択比が低下してしまうのである。

【0006】このように選択比と形状とがトレードオフの関係となっている問題を解決し、選択比と異方性形状とを両立できる技術として、エッチング時のウエハ温度を0℃以下に冷却するいわゆる低温エッチング技術が提案されている。この低温エッチング技術は、例えば田地氏らのグループ（日立中研）によって報告（1988 DRYPROCESS SYMPOSIUM「Low-Temperature Microwave Plasma Etching」）されたもので、試料温度を低下させることによってラジカル反応を抑制し、低い基板バイアス下でも異方性を確保することができるようにしたものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この低温エッチング技術にあっても以下に述べる不都合がある。第1に、Wポリサイドのように反応生成物の蒸気圧の異なる材料に対してはその加工が困難である。なぜなら、Wポリサイドをエッチングするにあたっては、 $WSi_x$  をエッチングしたときに生ずる  $WC1_x$ 、 $WO_x$ 、 $Cl_x$  等の反応生成物の蒸気圧が低いため、ポリシリコンをエッチングするのに都合のよい温度まで試料を低温化してしまうと、 $WSi_x$  のエッチングができなくなってしまうからである。

【0008】第2に、エッチング時において、 $\Delta T$ （試料台の設定温度とウエハ温度の差）が大きくなってしまふ。すなわち、例えばコンタクトホール加工においては、下地  $Si$  との選択比確保には低温化が効果的であるものの、低温化は過剰なポリマー堆積によるコンタクトホール形状のテーパ化を招いてしまうことから、前述したごとく低温条件の設定が難しく、しかも、コンタクトホールの加工では  $Si-O$  ボンドを切るためどうしても入射エネルギーを大きくする必要があり、これが  $\Delta T$  の上昇を招いてしまうのである。したがって、このような不都合から、低温エッチングとはいっても実際には、中途半端な温度でしかエッチングができなくなっているのである。

【0009】このような不都合を解消するためには、例えば反応生成物の蒸気圧の異なる材料をそれぞれエッチングする間や、ジャストエッチングとオーバーエッチングとの間等でウエハ等からなる試料の設定温度を変えることが考えられる。しかし、このような設定温度の変更をエッチング処理の最中に行うのでは、当然スループットが小さくなってしまい、コスト的に不利を招いてしまふ。したがって、スループットに影響がないように短時

間でウエハの温度を変更できるような、すなわち急速降温や急速昇温を可能にした機構の提供が切望されているのである。本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、スループットに影響を与えることなく、短時間でウエハの温度を変更することができるようにした静電チャック、およびウエハステージを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は前記低温エッチング技術の利点に着目してなされたものであり、請求項1記載の静電チャックでは、絶縁材料からなる誘電体と、これの下側に配設された導体からなる電極と、該電極の下側に配設されて前記誘電体を加熱するヒータと、を備えたことを前記課題の解決手段とした。この静電チャックによれば、静電チャックにヒータが一体化されているので、ヒータによる加熱によって熱が速やかに電極を介して誘電体に伝わり、これにより誘電体上に載置・保持されたウエハが速やかに加熱される。

【0011】前記電極としては、例えば前記誘電体を固定するためのろう付け層によって形成してもよく、その場合には、誘電体と電極との接合が確実になるとともに電極を薄厚に形成することが可能になり、しかも、該電極がろう材、すなわち熱伝導性の良好な金属あるいは合金からなっているため、ヒータから誘電体への熱伝導が一層速やかになる。前記誘電体については、焼結体をそのまま用いてもよいが、例えばこれを溶射法によって形成してもよく、その場合には、製造にあたっての自由度が大きくなるとともに、コスト的にも有利になる。また、その形状については、例えばウエハの吸着面を形成する円板部と、その側周縁より下方に向かって延出した筒状部を有したものとしてもよく、その場合に、前記電極の側周部を該筒状部で覆うようにしてこれらを配設すれば、例えばこの静電チャックをプラズマ処理装置によるプラズマ処理に用いたとき、プラズマによって電極側面にリーク電流が発生するのが防止される。

【0012】前記電極へのヒータの取り付けについては、これらの間に高熱伝導率の絶縁体を介してヒータを設けてもよく、その場合、絶縁体としては窒化アルミニウムが好適とされる。このように電極とヒータとの間に絶縁体を介在させることにより、電極からヒータへ電流が流れることが防がれ、また、絶縁体が高熱伝導率（例えば窒化アルミニウムの熱伝導率は  $0.235 [cal/cm \cdot sec \cdot ^\circ C]$ ）であることから、該絶縁体によるヒータからの熱伝導の遅延が抑えられる。

【0013】また、前記ヒータとしてはこれを薄膜状のものとしてもよく、その場合には、前記絶縁体とヒータとの間、あるいはヒータの下側に金属板を設けるのが好ましい。このように金属板を設けることにより、ヒータが薄膜状であるにもかかわらず、静電チャック全体の機械強度を十分に保持することが可能になる。また、金属

板がヒータの上側にある場合には、該金属板がヒータからの熱を絶縁体に速やかに伝える伝熱板として機能し、金属板がヒータの下側にある場合には、例えばこの静電チャックが、冷却手段を備えた金属製ジャケット等置かれたとき、前記金属板が金属製ジャケット等からの冷熱をヒータ側に伝える伝熱板として機能する。

【0014】特に、ヒータを単に薄膜状にただでなく螺旋状に形成した場合、ヒータ全体の機械強度が低くなるとともにその伝熱性も低くなるが、前述したように金属板を設けることにより、これら機能の低下を補うことが可能になる。さらに、前記絶縁体を窒化アルミニウムによって形成した場合、前記金属板としては、熱伝導率が $0.37 \text{ [cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}]$ と大きいモリブデンからなるものを用いるのが、該金属板が前述したように伝熱板として十分機能するものとなり好ましい。また、モリブデンは線膨張係数が $5.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ と、セラミックス（例えば窒化アルミニウムは $5.1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ）に近い線膨張係数を有していることから、このように金属板にモリブデンを用いれば、冷却、加熱の繰り返しなどによる熱ストレスを受けても、この熱ストレスに起因して絶縁体やこれの上に配設される誘電体に割れや剥離が生じるといった不都合が抑えられる。

【0015】また、前記絶縁体を、その側周縁に下方に向かって延出した筒状部を設けて形成し、前記ヒータを該筒状部の内部に配置するようにしてもよく、その場合には、ヒータの側面を筒状部で確実に覆うことができることから、例えばこの静電チャックをプラズマ処理装置によるプラズマ処理に用いたとき、プラズマによってヒータの側面にリーク電流が発生するのが防止される。さらに、前記筒状部にその下端縁より外方に向かって延出した鍔部を設ければ、該鍔部によって絶縁体が機械的に補強されたものとなる。

【0016】また、本発明における請求項13記載のウエハステージでは、冷却手段を備えた金属製ジャケット上に、絶縁材料からなる誘電体と、これの下側に配設された導体からなる電極と、該電極の下側に配設されて前記誘電体を加熱するヒータとを備えてなる静電チャックを設けたことを前記課題の解決手段とした。このウエハステージによれば、冷却手段を備えた金属製ジャケット上に前記請求項1記載の静電チャックを設けているので、静電チャックに設けたヒータによってウエハを速やかに加熱するだけでなく、金属製ジャケットによって静電チャックを介してウエハを冷却することも可能になる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳しく説明する。図1は、本発明のウエハステージの一実施形態例を示す図であり、図1中符号1はウエハステージである。このウエハステージ1は、金属製ジャケット2上に、本発明の静電チャックの一実施形態例となる静電チャック3が

載置固定されて構成されたものである。金属製ジャケット2は、後述する冷却手段（図示略）を備えて形成されたもので、これにより冷却手段からの冷熱をその上の静電チャック3に伝えるものとなっている。

【0018】静電チャック3は、絶縁材料からなる誘電体4と、これの下面に設けられた導体からなる電極5と、該電極5の下方に配設されたヒータ6とを備えてなる略円柱（円盤）状のもので、電極5とヒータ6との間に絶縁体7を介在させて構成されたものである。誘電体4は、熱伝導率の高い絶縁材料、例えばサファイア（熱伝導率： $0.1 \text{ [cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}]$ ）やアルミナ（熱伝導率： $0.05 \text{ [cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}]$ ）等のセラミックス板から形成された厚さ $0.2 \text{ mm}$ 程度の円板状のもので、この例では予め作製された焼結体からなっている。

【0019】電極5は、金属や合金など導体からなるものであれば特に限定されることはないものの、この例では、前記絶縁体7上に誘電体4を固定するためのろう付け層、すなわち絶縁体7と誘電体4との間に設けられた厚さ $0.5 \text{ mm}$ 程度のろう材により形成されたものとなっている。このろう材として具体的には、チタン、スズ、アンチモン、マグネシウムからなる合金等が挙げられる。なお、この電極5には、図1中に示さないものの高圧電源に配線を介して接続されており、これにより該電極5に直流電圧が印加されると、前記誘電体4が吸着力を発揮するようになっている。

【0020】絶縁体7は、この例では前記電極5、すなわちろう付け層に当接する円板部7aと、この円板部7aの側周縁より下方に向かって延出した筒状部7bと、該筒状部7bの下端縁より外方に向かって延出した鍔部7cを有して形成されたもので、全体として厚さ $2 \text{ mm}$ 程度に形成されたものである。また、この絶縁体7は高熱伝導率を有する絶縁材料から形成されたもので、このような絶縁材料としては例えば窒化アルミニウム（AlN）（熱伝導率： $0.235 \text{ [cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}]$ ）が挙げられる。なお、本実施形態例においては、絶縁体7を窒化アルミニウムから形成している。

【0021】ヒータ6は、本実施形態例ではFe、Cr、Alからなる合金であるヒートロイによって平面視螺旋状に形成されたものとなっており、厚さ $0.1 \text{ mm}$ 程度の薄膜で、かつ幅 $2 \sim 3 \text{ mm}$ 程度に形成されたものである。なお、このヒータ6には、図示しないものの電源が配線を介して接続されており、これによって $2 \text{ kW}$ 程度の発熱がなされるようになっている。また、このヒータ6には、その螺旋状となるヒータパターン間の隙間に絶縁材8が埋め込まれており、これによってヒータ6は、絶縁材8により補強された状態で円盤形状を形成したものとなっている。ここで、絶縁材8としては、本実施形態例では窒化アルミニウムが用いられている。

【0022】また、このヒータ6と絶縁材8とからなる

10

20

30

40

50

円盤形状のものには、その上面に金属板9aが、下面に金属板9bがそれぞれ貼設されている。そして、このようにして金属板9a、9bに挟着されたヒータ6は、これら金属板9a、9bとともに、前記絶縁体7の筒状部7b内に隙間なく納められたものとなっている。ここで、金属板9a、9bとしては、ヒータ6からの熱を速やかに誘電体4側に伝えるため、あるいは後述するように金属製ジャケット2からの冷熱を速やかにヒータ6側に伝えるため、熱伝導率の大きい金属あるいは合金が好適とされ、本実施形態例では厚さ2mm程度のモリブデン板が用いられている。また、これら金属板9a、9bには、それぞれその内面、すなわちヒータ6側の面に酸化膜等からなる絶縁被膜（図示略）が設けられており、これによってヒータ6から金属板9a、9bに電気が流れることが防止されている。また、金属板9aは絶縁体7にろう付けによって接合されており、同様に金属板9bは前記金属製ジャケット2にろう付けによって接合されたものとなっている。ここで、金属板9a、9bのろう付けに用いられるろう材として具体的には、前記電極5となるろう材と同様に、チタン、スズ、アンチモン、マグネシウムからなる合金等が挙げられる。

【0023】なお、この静電チャック3においては、ろう付け層からなる電極5の側周縁が外側に露出しないよう、樹脂等からなる絶縁物（図示略）によって誘電体4と絶縁体7との間が覆われている。そして、このように電極5の側周縁が絶縁物（図示略）で覆われていることにより、例えばこの静電チャック3をプラズマ処理装置によるプラズマ処理に用いたとき、プラズマによって電極5の側周縁にリーク電流が発生するのが防止される。また、この静電チャック3には、誘電体4上に載置保持されるウエハを押し上げるためのブッシャーピン（図示略）が埋設され、さらに該ブッシャーピンには、これを誘電体4の面上に突出させあるいは該面下に埋没させる出沒機構（図示略）が接続されている。

【0024】次に、このような静電チャック3を備えたウエハステージ1の使用方法について、本実施形態例のウエハステージ1を図2に示すプラズマエッチング装置10に用いた例に基づいて説明する。まず、プラズマエッチング装置（以下、エッチング装置と略称する）10について説明すると、このエッチング装置10は、RFアンテナを二箇所に設置したヘリコン波プラズマ発生源と、上下方向に移動可能なステージとを備えて構成されたもので、拡散チャンバー11と、この拡散チャンバー11の上部に設けられたRFアンテナ12、12と、拡散チャンバー11の天板11aの上にループ状に設置されたRFアンテナ13と、拡散チャンバー11の下部外側に設けられて電子の壁での消失を抑えるためのカスプ磁場を形成するマルチポール磁石14とを有したものである。

【0025】RFアンテナ12、12は、拡散チャンバ

ー12の上部に形成された直径350mmの円筒状石英管からなるベルジャー15の外側を周回して設けられたものであり、M=1モードのプラズマが立つアンテナ形状のものである。これらRFアンテナ12、12の外側には、内周コイルと外周コイルとからなるソレノイドコイルアセンブリ16が配設されている。このソレノイドコイルアセンブリ16のうち内周コイルは、ヘリコン波の伝搬に寄与し、外周コイルは生成されたプラズマの輸送に寄与するものである。また、RFアンテナ12、12にはマッチングネットワーク17を介して電源18が接続されており、RFアンテナ13にはマッチングネットワーク19を介して電源20が接続されている。

【0026】また、拡散チャンバー11内には、試料となるウエハWを支持固定するための前記ウエハステージ1が設けられ、さらに拡散チャンバー11内のガスを排気するための排気口21が真空ポンプ等の負圧手段（図示略）に接続されて形成されている。ウエハステージ1には、ウエハWへの入射イオンエネルギーを制御するためのバイアス電源22が接続されている。

【0027】また、このウエハステージ1の前記金属製ジャケット2には、冷媒配管23、24を介してチラー25が接続され、さらにウエハWの温度を計測するための蛍光ファイバ温度計26が接続されている。チラー25は、Heガス等からなる-100℃以下のガス冷媒を冷媒配管23を介してウエハステージ1の金属製ジャケット2に供給し、かつ冷媒配管22を介して金属製ジャケット2から返送された冷媒を受け入れさらにこれを所定温度に冷却するもので、このようなガス冷媒の循環によってウエハステージ1上に支持固定されたウエハWを冷却するものである。すなわち、これらチラー25、冷媒配管23、24、さらにはチラー25から金属製ジャケット2に循環せしめられるガス冷媒により、本発明における冷却手段が構成されているのである。

【0028】チラー25に接続された冷媒配管23には極低温での動作が可能な電子制御バルブ27が配設され、また冷媒配管23と冷媒配管24との間のバイパス配管28にも極低温での動作が可能な電子制御バルブ27が配設されている。ここで、ウエハWの冷却の度合いは、チラー25から供給される冷媒の流量によって制御されるようになっている。すなわち、ウエハステージ1の金属製ジャケット2を冷却してウエハWの温度を所望する温度に冷却するには、蛍光ファイバ温度計26で検知された温度を制御装置（PIDコントローラ）29で検出し、ここで予め設定されたウエハWの温度との差から、予め実験や計算によって決定されたガス冷媒流量となるように制御装置29で前記電子制御バルブ27、27の開閉度を制御する。なお、図2においては、エッチングガス導入孔、ゲートバルブ等の装置細部についてはその図示を省略している。

10

20

30

40

50

【0029】次に、このようなエッチング装置1を用いたドライエッチング処理方法の一例を、図3(a)～(c)を参照して説明する。この処理方法は、Wポリサイドを2ステップのエッチング処理によって加工する方法である。すなわち、この例は、図3(a)に示すようにシリコン基板30上のSiO<sub>2</sub>膜31の上にポリシリコン層32とWSi<sub>x</sub>層33とからなるWポリサイドを形成し、さらにこの上にフォトレジストパターン34を形成したウエハWの、Wポリサイドをエッチング処理してこれをフォトレジストパターン34に対応したパター\*10

・第1ステップ(メインエッチング)

エッチングガス : Cl<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> 450/50 sccm  
 圧 : 10mTorr  
 ソースパワー : 1500W  
 RFバイアス : 100W  
 ウエハステージ温度 : 50℃

なお、ここでのウエハ温度調整については、ウエハステージ1に備えられた静電チャック3のヒータ6によって加熱するとともに、チラー25による冷却も行い、特に前述した制御装置29による冷却制御によってウエハ温度を微調整している。

【0031】次に、この第1ステップに続く第2ステップのオーバーエッチング処理を行うため、一旦エッチング装置10における放電を切り、拡散チャンバー11内に残存するガスを排気口21から排気する。そして、後述する第2ステップに用いるエッチングガス(本実施形態例では第1ステップと同一のガスを用いている)を拡散チャンバー11内に導入し、このガスを安定させて拡散チャンバー11内を一定の圧力に調整する。また、このような一連の操作の間に、すなわち第1ステップのエッチング処理が終了したら直ちに、前記ヒータ6への通電を停止するとともに、前記チラー25による冷却システムにおける、バイパス配管28の電子制御バルブ27を全閉し、さらに冷媒配管23の電子制御バルブ27を全開して、チラー25から-100℃以下のガス冷媒を金属製ジャケット2に供給し、ウエハWを急速冷却する。

【0032】すると、このような急速冷却によってウエハステージ1は、約30秒という短時間で後述するエッチング温度である-50℃に到達した。これは、前述し※40

・第2ステップ(オーバーエッチング)

エッチングガス : Cl<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> 450/50 sccm  
 圧 : 10mTorr  
 ソースパワー : 1500W  
 RFバイアス : 10W  
 ウエハステージ温度 : -50℃

【0035】このようにしてオーバーエッチング処理を行うと、このエッチング処理が低温冷却下における処理であることから、形成される側壁保護膜が薄くても低温化によりラジカル反応を抑制することができ、したがっ

\*ン形状に加工するもので、第1ステップとして常温よりやや高温によるメインエッチングを、続く第2ステップとして低温によるオーバーエッチングを行うものである。

【0030】まず、以下の条件で常温よりやや高温(50℃)による第1ステップのメインエッチングを行い、図3(b)に示すようにWSi<sub>x</sub>層33とポリシリコン層32とを、ポリシリコン層32の一部を残した状態にまでエッチング除去する。

※たように本発明のウエハステージ1では、熱伝導率の高いモリブデン製の金属板9bが金属製ジャケット2にろう付けによって接合されており、また薄膜のヒータ6を介して金属板9b上に設けられたモリブデン製の金属板9aが絶縁体7にろう付けによって接合されているので、金属製ジャケット2からの冷熱が金属板9b、ヒータ6、金属板9aを介して速やかに絶縁体7に伝わるからであり、さらに、この絶縁体7が熱伝導率の高い窒化アルミニウムから形成され、電極5がろう付け層によって形成されていることから、絶縁体7に伝わった冷熱が絶縁体7、電極5を介して速やかに誘電体4に伝わるからである。

【0033】なお、前述した一連の操作、すなわち放電を切ってから拡散チャンバー2内の残存ガスを排気し、さらに新たなエッチングガス導入してこれを安定させるといった一連の操作は、急速冷却に要する時間以上あるいはほぼ同じ時間かかることから、この急速冷却に要する時間が、ウエハWのエッチング処理に要する時間を遅らせる要因となることがない。

【0034】続いて、放電を再度行って以下の条件で低温(-50℃)による第2ステップのオーバーエッチングを行い、図3(c)に示すようにSiO<sub>2</sub>膜32上に露出した状態で残ったポリシリコン層32の一部をエッチング除去する。

て過剰なラジカルアタックに耐え得るようになり、第1ステップに比べて100Wから10WとウエハWへの印加バイアスを低くしても、アンダーカットやノッチングの発生を抑えることができる。よって、100%のオー

パーエッチ下でも形状に影響を与えることなく、下地となるSiO<sub>2</sub>に対して選択比100以上を確保しつつ、図3(c)に示したように十分な異方性形状を確保することができる。

【0036】このように、本発明のウエハステージ1を用いたドライエッチング処理方法にあっては、高選択比と、異方性形状の確保、すなわち高精度微細加工とを両立させることができ、しかも、各ステップを同一のエッチング装置10で行うことによってウエハ温度をステップ間で容易にしかも短時間で変化させることができるので、ステップ間における放電の停止やエッチングガスの変更などといった一連の操作に要する時間内、あるいはこれに近い時間で温度変更を行うことができ、したがってスループットを低下させることなく複数のステップからなるドライエッチング処理を迅速に行うことができる。

【0037】また、このような2ステップのエッチング処理が終了した後、新たなウエハに対して同じ処理装置で同じ処理を連続して繰り返し行う場合には、第2ステップが終了して処理後の試料を取り出した後、新たな試料を拡散チャンバ11内に入れるに先立って最初のステップ、この例では第1ステップにおける試料設定温度（ウエハステージ設定温度）にウエハステージ1を調整しておく。すなわち、前記例では、第2ステップで試料設定温度を-50℃にしていたのを、静電チャック3のヒータ6に通電してウエハステージ1全体（特に誘電体4側）を加熱し、かつ、チラー25による冷却システムにおける、バイパス配管28の電子制御バルブ27を全開するとともに、冷媒配管23の電子制御バルブ27を全閉して、チラー25から金属製ジャケット2へのガス冷媒の供給を止めるといった方法でウエハステージ1を急速加熱する。

【0038】すると、一つのウエハのエッチング処理が終了した後、新たな試料のエッチング処理にとりかかるまでの時間を短縮化することができ、特に、新たなウエハを拡散チャンバ11内に搬送するまでの時間内、あるいはこれに近い時間でウエハステージ1をその設定温度にまで温度変更できれば、スループットを低下させることなく、すなわち十分な生産性の効率を確保した状態で複数のステップからなるドライエッチング処理を行うことができる。ちなみに、本実施形態例のウエハステージ1によれば、前述したように良好な熱伝導性を有するような構造としたことにより、-50℃から50℃への加熱を、約40秒間という短時間で行うことができた。

【0039】したがって、本発明のウエハステージ1にあっては、静電チャック3に一体化したヒータ6と、金属製ジャケット2の冷却手段とによって急速加熱および急速冷却が可能となっているので、長時間を要することなく30～40秒程度といった短時間でウエハWの温度切り換えを行うことができ、これにより異なる温度のエ

ッチングをほとんど連続的に行えることから、低温エッチングの利点を十分に活かすことができる。

【0040】また、金属板9a、9bとして、線膨張係数が $5.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と、絶縁体7を形成する窒化アルミニウムの線膨張係数（ $5.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）に近い値を有するモリブデンを用いていることから、ウエハステージ1が冷却、加熱の繰り返しなどによる熱ストレスを受けても、この熱ストレスに起因して、絶縁体7やこれの上に配設される誘電体4に割れや剥離が生じるといったことを抑えることができる。さらに、金属製ジャケット2と金属板9bとの間、金属板9aと絶縁体7との間、さらに絶縁体7と誘電体4との間を全てろう付けで接合していることから、これらろう材の線膨張係数を窒化アルミニウムの線膨張係数とモリブデンの線膨張係数との間の値となるように、あるいはこれらに近い値となるように調整することにより、ウエハステージ1の加熱・冷却に伴う熱ストレスの影響をより確実に緩和することができる。

【0041】なお、前記実施形態例では、誘電体4を円板状に形成したが、本発明はこれに限定されることなく、例えば、図1中二点鎖線で示すように円板状の部分の側周縁より下方に向かって延出した筒状部4aを有した形状とし、前記電極5の側周縁を該筒状部4aで覆うようにしてもよい。そして、その場合にも、前記実施形態例における絶縁物に代わって筒状部4aで電極5の側周縁を覆うことができることから、例えばこの静電チャックをプラズマ処理装置によるプラズマ処理に用いたとき、プラズマによって電極5の側周縁にリーク電流が発生するのを防止することができる。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように本発明の静電チャックは、静電チャックにヒータを一体化したことにより、ヒータによる加熱によって熱が速やかに電極を介して誘電体に伝わり、これにより誘電体上に載置・保持されたウエハを速やかに加熱するようにしたので、例えばこれをエッチング装置に用いた場合、低温から高温への温度切り換えを短時間に行うことができる。

【0043】本発明のウエハステージは、冷却手段を備えた金属製ジャケット上に前記静電チャックを設けたものであるから、加熱だけでなく冷却をも速やかに行うことができ、したがって短時間でウエハの温度切り換えを行うことができることから、例えば異なる温度のエッチングを連続して行うようにすることにより、スループットに悪影響を受けることなく低温エッチングの利点を十分に活かしたエッチングを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のウエハステージの概略構成を示す図であり、静電チャックのみを断面視した側断面図である。

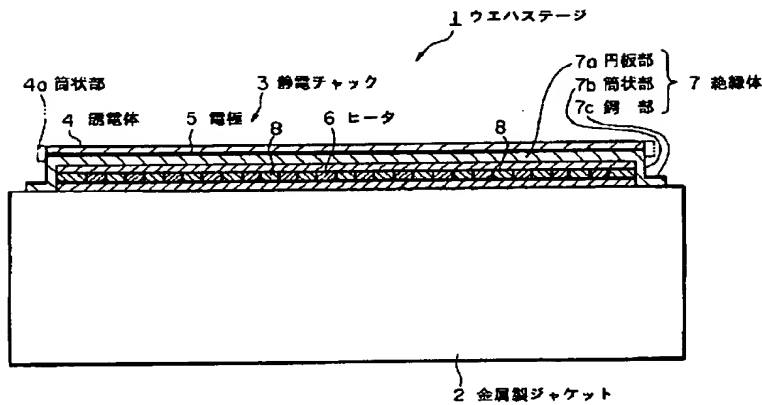
【図2】図1に示したウエハステージを用いたエッチング装置の概略構成図である。

【図3】(a)～(c)は図2に示したエッチング装置によるドライエッチング処理方法の一例を処理順に説明するための要部側断面図である。

【符号の説明】

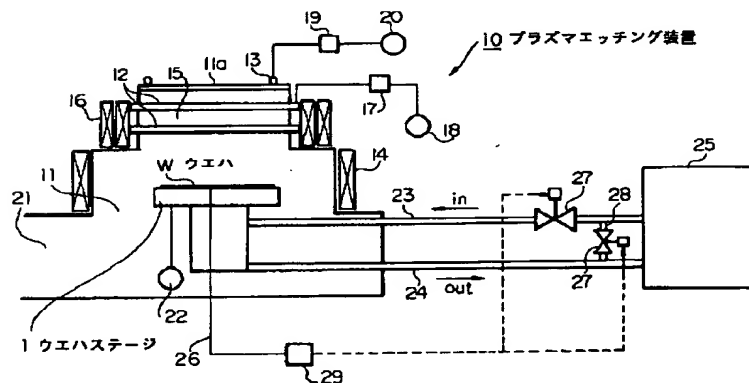
1 ウエハステージ 2 金属製ジャケット 3 \* 静電チャック 4 誘電体 5 電極 6 ヒータ 7 絶縁体 10 プラズマエッチング装置 23、24 冷媒配管 25 チラー W ウエハ

【図1】



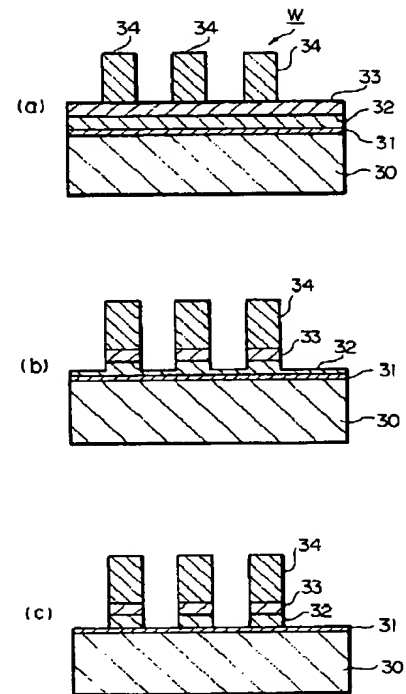
ウエハステージの概略構成図

【図2】



エッチング装置の概略構成図

【図3】



エッチング処理方法の説明図

フロントページの続き

(72)発明者 平野 信介  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
(72)発明者 宮下 欣也  
神奈川県川崎市高津区下作延802 株式会社創造科学内

(72)発明者 宮田 征一郎  
神奈川県川崎市高津区下作延802 株式会社創造科学内  
(72)発明者 辰巳 良昭  
神奈川県川崎市高津区下作延802 株式会社創造科学内